

甲第1号記号し

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-221499

(P2000-221499A)

(43) 公開日 平成12年8月11日 (2000.8.11)

(51) IntCl ⁷	識別記号	F I	テマート [*] (参考)
G 0 2 F 1/1335	5 3 0	G 0 2 F 1/1335	5 3 0 2 H 0 8 8
G 0 2 B 27/28		G 0 2 B 27/28	Z 2 H 0 9 1
G 0 2 F 1/13	5 0 5	G 0 2 F 1/13	5 0 5 2 H 0 9 9
G 0 3 B 21/14		G 0 3 B 21/14	A 5 G 4 3 5
G 0 9 F 9/00	3 3 7	G 0 9 F 9/00	3 3 7 C

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平11-19329

(22) 出願日 平成11年1月28日 (1999.1.28)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 杉浦 美奈子

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 谷野 友哉

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100098785

弁理士 藤島 洋一郎

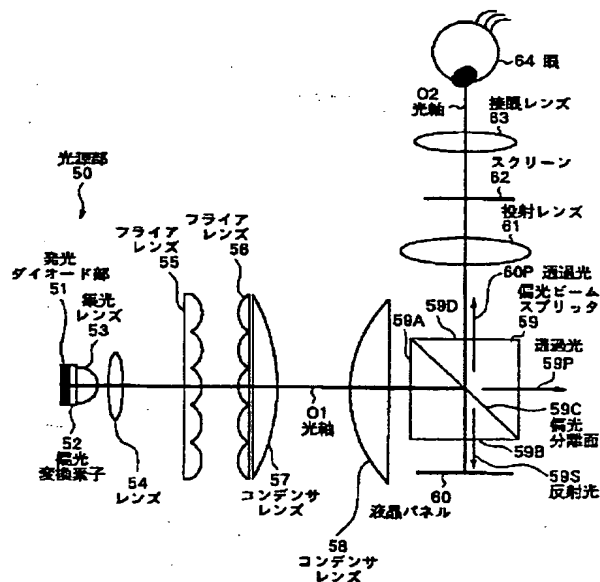
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像表示装置用光源および画像表示装置

(57) 【要約】

【課題】 大出力化や大型化を招くことなく、光変調手段への照射光量を向上させ、明るくコントラストの高い画像表示を行うことを可能にする。

【解決手段】 液晶パネル60に照射される光を供給する光源部50として、発光ダイオード部51から発せられた光の多くを所定の方向に偏光（例えば、S偏光）して出射するよう光の偏光方向の変換を行う偏光変換素子53を設け、光源の大出力化や装置の大型化を招くことなく、液晶パネル60への照射光量を向上させる。偏光変換素子53の作用により、発光ダイオード部51から発せられた光の全光量のうち、7割程度をS偏光に変換することが可能であり、液晶パネル60への照射光量を60%以上向上させることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 照射された光を反射すると共に、画像信号に応じた光変調を行う光変調手段と、この光変調手段からの反射光を投射する投射手段とを備えた画像表示装置に用いられる光源であって、

前記光変調手段に照射される光を発する発光手段と、この発光手段の直後に設けられると共に、前記発光手段から発せられた光のうち、少なくとも5割よりも多い光が所定の方向に偏光して出射されるよう光の偏光方向の変換を行う偏光変換手段とを備えたことを特徴とする画像表示装置用光源。

【請求項2】 前記偏光変換手段は、前記発光手段から発せられた光のうち、特定の偏光光以外の光を反射するフィルム状の反射型偏光部材を有することを特徴とする請求項1記載の画像表示装置用光源。

【請求項3】 前記偏光変換手段は、更に、前記反射型偏光部材と前記発光手段との間に、前記発光手段から発せられた光の特定方向の輝度を上昇させるフィルム状の輝度上昇部材を有することを特徴とする請求項2記載の画像表示装置用光源。

【請求項4】 前記偏光変換手段は、更に、前記反射型偏光部材と前記発光手段との間に、入射した光に対して位相差を生じさせる位相差板を有することを特徴とする請求項2記載の画像表示装置用光源。

【請求項5】 前記偏光変換手段の光出射側に、前記偏光変換手段からの出射光の出射効率を高めるための集光レンズが設けられていることを特徴とする請求項1記載の画像表示装置用光源。

【請求項6】 前記光変調手段に照射される光は偏光された光であり、前記偏光変換手段によって変換される光の偏光方向は、前記光変調手段に照射される光の偏光方向に一致していることを特徴とする請求項1記載の画像表示装置用光源。

【請求項7】 前記発光手段は、それぞれ異なる色光を発する複数の色光生成手段を有し、前記偏光変換手段は、前記複数の色光生成手段のそれぞれに対して設けられることを特徴とする請求項1記載の画像表示装置用光源。

【請求項8】 照射された光を反射すると共に、画像信号に応じた光変調を行う光変調手段と、この光変調手段に照射される光を発する発光手段と、この発光手段の直後に設けられると共に、前記発光手段から発せられた光のうち、少なくとも5割よりも多い光が所定の方向に偏光して出射されるよう光の偏光方向の変換を行う偏光変換手段と、前記光変調手段からの反射光を投射する投射手段とを備えたことを特徴とする画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光変調素子に照射される光を供給する画像表示装置用光源およびこの光源を用いた画像表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、光変調素子として液晶表示素子（以下、液晶パネルという。）を用いて画像を表示する画像表示装置がある。このような画像表示装置において、カラー表示を行うものには、液晶パネルを1枚用いる単板方式と、赤（Red = R）、緑（Green = G）、青（Blue = B）の3つの色光に対応した3枚の液晶パネルを用いる3板方式とがある。これらの液晶パネルを用いた画像表示装置では、例えば、光源から出射された光が、液晶パネルによって空間的に変調されると共に、その変調された光がスクリーン等に投射されることにより画像が表示される。ここで、画像の投射方式としては、スクリーン等の前面側より画像を投射する前面投射式（フロント式）と、スクリーン等の背面側より画像を投射する背面投射式（リア式）とがある。また、液晶パネルの種類としては、照射された光を透過する透過型のパネルと照射された光を反射する反射型のパネルとがある。

【0003】図9は、従来の画像表示装置の一例を示す概略構成図である。この図に示した画像表示装置は、3枚の反射型の液晶パネル109R、109G、109Bを用いた3板方式の反射型液晶プロジェクタとして構成されたものである。この画像表示装置は、R色用の液晶パネル109R、G色用の液晶パネル109GおよびB色用の液晶パネル109Bの各々に照射する各色光を含んだ白色光を発する光源としてのランプ101と、このランプ101から発せられた光を略平行光にして出射するレンズ102と、このレンズ102から出射された光の照度分布を均一化して出射するフライアイレンズ103およびフライアイレンズ104と、フライアイレンズ104を出射した光が各液晶パネル109R、109G、109Bにおいて適当な大きさに集光されるように光を集光する集光レンズ105および集光レンズ106とを備えている。ランプ101、レンズ102、フライアイレンズ103、104および集光レンズ105、106は、光軸O11上に配置されている。

【0004】この画像表示装置は、更に、光軸O11に直交する光軸O12との交点付近に配置された偏光ビームスプリッタ（Polarization Beam Splitter）107と、光軸O12上に配置されたダイクロミックミラー108R、108B、投射レンズ111およびスクリーン112とを備えている。

【0005】偏光ビームスプリッタ107は、集光レンズ106からの出射光が入射する面107Aと、液晶パネル109R、109G、109Bのそれぞれにおいて反射されると共に、画像信号に応じて変調された各色の合成光110が入射する面107Bとを有している。偏光ビームスプリッタ107は、また、光軸O11に対して

ほぼ45度の角度をなす偏光分離面107Cを有している。この偏光分離面107Cは、例えば、集光レンズ106から出射され、面107A側に入射した光束のうちのS偏光成分のみを、反射光107Sとして光軸O11とほぼ直交する直角方向（光軸O12とほぼ平行な方向）に反射して面107Bから出射すると共に、P偏光成分を透過光107Pとしてそのまま透過させるようになっていいる。偏光分離面107Cは、また、面107B側に入射した合成光110のうちのP偏光成分のみを、透過光110Pとして面107Dから出射させるようになっていいる。この偏光ビームスプリッタ107の面107Dから出射した透過光110Pは、投射レンズ111によって、スクリーン112上に投射される。

【0006】なお、P偏光成分とは、偏光ビームスプリッタ107の偏光分離面107Cに入射する光の電気ベクトルの振動方向が入射面（偏光分離面107Cの法線と波面法線（光の進行方向）とを含む面）内に含まれる直線偏光をいい、S偏光成分とは、偏光ビームスプリッタ107の偏光分離面107Cに入射する光の電気ベクトルの振動方向が入射面と直交する直線偏光をいう。

【0007】ダイクロイックミラー108Rは、偏光ビームスプリッタ107からの反射光107Sに含まれるR色光を選択的に反射して液晶パネル109Rに入射させると共に、液晶パネル109Rにおいて反射されたR色光を反射して偏光ビームスプリッタ107側に入射させるようになっていいる。ダイクロイックミラー108Bは、ダイクロイックミラー108Rを透過した光に含まれるB色光を選択的に反射して液晶パネル109Bに入射させると共に、液晶パネル109Bにおいて反射されたB色光を反射して偏光ビームスプリッタ107側に入射させるようになっていいる。ダイクロイックミラー108Bは、また、G色光を透過して液晶パネル109Gに入射させると共に、液晶パネル109Gにおいて反射されたG色光を透過して偏光ビームスプリッタ107側に入射させるようになっていいる。

【0008】このような構成の画像表示装置では、ランプ101から出射された白色光は、レンズ102を透過することにより、略平行光にして出射され、フライアイレンズ103に入射する。フライアイレンズ103に入射した光は、フライアイレンズ103、104によって照度分布が均一化され、フライアイレンズ104から出射する。フライアイレンズ104からの出射光は、集光レンズ105、106を経て、面107Aから偏光ビームスプリッタ107に入射し、偏光分離面107Cにおいて、P偏光とS偏光に分離される。ここで、P偏光は、透過光107Pとなって偏光ビームスプリッタ107をそのまま透過する。S偏光は、偏光分離面107Cにおいて反射されて反射光107Sとなり、面107Bから出射する。

【0009】面107Bから出射した反射光107S

は、ダイクロイックミラー108R、108Bによって、R、G、Bの各色光に分離される。分離された光のうち、R色光は、液晶パネル109Rに入射し、印加された画像信号に応じて光変調を受けると共に、元の光路側に反射される。同様に、分離された光のうち、G色光およびB色光は、それぞれ液晶パネル109Gおよび液晶パネル109Bに入射し、印加された画像信号に応じて光変調を受けると共に、それぞれ元の光路側に反射される。液晶パネル109R、109G、109Bのそれぞれにおいて反射されると共に、画像信号に応じて変調された各色光は、合成されて面107Bから偏光ビームスプリッタ107に入射する。偏光ビームスプリッタ107に入射した合成光110は、偏光分離面107Cの作用により、P偏光成分のみが、透過光110Pとして面107Dから出射する。この偏光ビームスプリッタ107の面107Dから出射した透過光110Pは、投射レンズ111によって、スクリーン112上に投射され、画像を形成する。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来の画像表示装置では、光源（ランプ101）からの光を液晶パネルに照射するのに適した適正な集光条件にした後、偏光分離素子（偏光ビームスプリッタ107）を用いて偏光方向に応じて透過光（例えば、P偏光）と反射光（例えば、S偏光）とに分離し、例えば、反射光のみを液晶パネルに照射する。ここで、偏光分離素子で分離されて液晶パネルに照射される一方の偏光成分（例えば、S偏光）の光量は、偏光分離素子に入射した全光量の50%以下である。このため、偏光分離素子として、例えば、S偏光成分をほぼ100%反射する性能を有した偏光ビームスプリッタを用いたとしても、光源からの光は、液晶パネルに照射するまでに少なくとも50%は光量損失が生じることになる。従って、従来では、光源からの光の光量損失が大きく、液晶パネルへの照射光量が非常に低くなるという問題点があった。このように液晶パネルへの照射光量が低くなると、表示される画像の輝度やコントラストの低下を招くという問題点がある。

【0011】このような問題点を解決するために、従来では、例えば、液晶パネルへの照射光量を上げるよう大出力の光源を使用するという手法が採られている。しかしながら、光源の大出力化は、電力の消費が大きくなるという問題や発熱が大きくなるという問題がある。また、従来では、光量を上げるための光学素子を新たに偏光ビームスプリッタの前に挿入するという手法も採られている。しかしながら、この手法は、装置の大型化を招くという問題点がある。

【0012】本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、大出力化や大型化を招くことなく、光変調手段への照射光量を向上させ、明るくコントラストの高い画像表示を行うことを可能とする画像表示装置

用光源および画像表示装置を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明による画像表示装置用光源は、照射された光を反射すると共に、画像信号に応じた光変調を行う光変調手段と、この光変調手段からの反射光を投射する投射手段とを備えた画像表示装置に用いられる光源であって、光変調手段に照射される光を発する発光手段と、この発光手段の直後に設けられると共に、発光手段から発せられた光のうち、少なくとも5割よりも多い光が所定の方向に偏光して出射されるよう光の偏光方向の変換を行う偏光変換手段とを備えたものである。

【0014】また、本発明による画像表示装置は、照射された光を反射すると共に、画像信号に応じた光変調を行う光変調手段と、この光変調手段に照射される光を発する発光手段と、この発光手段の直後に設けられると共に、発光手段から発せられた光のうち、少なくとも5割よりも多い光が所定の方向に偏光して出射されるよう光の偏光方向の変換を行う偏光変換手段と、光変調手段からの反射光を投射する投射手段とを備えたものである。

【0015】本発明による画像表示装置用光源および画像表示装置では、発光手段から光変調手段に照射される光が発せられる。また、この発光手段の直後に設けられた偏光変換手段によって、発光手段から発せられた光のうち、少なくとも5割よりも多い光が所定の方向に偏光して出射されるよう光の偏光方向の変換が行われる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0017】〔第1の実施の形態〕図1は、本発明の第1の実施の形態に係る画像表示装置用光源の一例を示す構成図である。なお、この図では、本実施の形態に係る画像表示装置用光源の構成と共に、内部における光の偏光の動きの様子を模式的に示している。この図に示した画像表示装置用光源は、例えば、反射型の液晶パネルを用いた画像表示装置において、液晶パネルに照射する偏光光（例えば、S偏光）を供給するためのものである。この画像表示装置用光源は、液晶パネルに照射される光を発する発光部21と、この発光部21の直後（光の照射側）に設けられると共に、発光部21から発せられた光のうち、少なくとも5割よりも多い光が液晶パネルで必要とされる所定の偏光光（例えば、S偏光）として出射されるよう光の偏光方向の変換を行う偏光変換素子20と、この偏光変換素子20の光の出射側に設けられると共に、偏光変換素子20からの出射光の出射効率を高めるための集光レンズ24とを備えている。

【0018】ここで、発光部21が、本発明における「発光手段」に対応する。また、偏光変換素子20が、本発明における「偏光変換手段」に対応する。

【0019】発光部21は、複数の発光ダイオードまた

は白色ランプ等によって構成されるものである。発光部21を発光ダイオードで構成する場合には、画像表示装置の形態に応じて、単色光を発するよう単色構成または多色光を発するよう多色構成にすることができる。ここで、多色構成の場合には、例えば、R、G、Bの各色の発光ダイオードをそれぞれ同一面上に複数個配置して構成される。なお、本実施の形態の画像表示装置用光源は、発光ダイオードの個数や配列方法については特に制限はない。また、発光部21として、白色ランプを用いる場合には、例えば、ハロゲンランプ、メタルハライドランプおよびキセノンランプ等のランプを用いることができる。

【0020】偏光変換素子20は、発光部21から発せられた光のうち、特定の偏光光（例えば、P偏光）以外の光を反射する反射型偏光部材22と、反射型偏光部材22と発光部21との間に設けられると共に、入射した光に対して $1/4$ 波長の位相差を生じさせる $1/4$ 波長板（以下、 $\lambda/4$ 板という）25と、反射型偏光部材22を透過した特定の偏光光の偏光面を 90° 回転させて所定の偏光光を出射する位相差板26とを有している。反射型偏光部材22および $\lambda/4$ 板25は、例えば、フィルム状の部材で構成されている。反射型偏光部材22としては、例えば、住友スリーエム（株）製の反射型偏光フィルム（商品名：DBEF）を使用することができる。

【0021】次に、偏光変換素子20による偏光変換作用を中心に、本実施の形態に係る画像表示装置用光源の作用について説明する。発光部21からは、液晶パネルに照射される光が発せられるが、この発光部21から発せられる光の偏光はランダムである。この発光部21から発せられた光は、 $\lambda/4$ 板25を透過して、反射型偏光部材22に達する。反射型偏光部材22に達した光のうち、例えば、P偏光のみが反射型偏光部材22を透過し、更に、位相差板26によって偏光面が 90° 回転され、集光レンズ24を介して出射光23Sとして出射される。このとき、反射型偏光部材22に達した光のうち、P偏光以外の偏光光は、反射型偏光部材22の発光部21側の面22Aにおいて反射し、反射光22Sとなって発光部21側に戻る。

【0022】発光部21側に戻された反射光22Sは、 $\lambda/4$ 板25を介して発光部21の発光側の面21A上にて反射し、再びランダムな偏光となり、 $\lambda/4$ 板25を介して反射型偏光部材22に達する。このとき、反射型偏光部材22に達する反射光22Sは、 $\lambda/4$ 板25を透過することによって位相差が生じ、その光にはP偏光成分が多く含まれるようになる。反射型偏光部材22では、反射型偏光部材22に達した反射光22Sのうち、P偏光のみを透過し、P偏光以外の光を反射する。反射型偏光部材22を透過したP偏光は、位相差板26によって偏光面が 90° 回転させられ、S偏光の出射光

23Sが射出する。発光部21から発せられた光は、以上のような偏光変換素子20による作用を繰り返し受けることにより、射出光23SとなるS偏光の割合が増大する。このS偏光の光量は、反射型偏光部材22を設けない従来の光源と比較して輝度にして、例えば、全体で約60%程度増大させることが可能である。なお、以上の説明では、反射型偏光部材22を透過する光をP偏光としたが、透過する光をS偏光とすることも可能である。

【0023】図2は、本発明の第1の実施の形態に係る画像表示装置用光源の他の構成例を示す図である。この図では、画像表示装置用光源の構成と共に、内部における光の偏光の動きの様子を模式的に示している。なお、以下の説明では、図1に示した画像表示装置用光源における構成要素と同一の部分には同一の符号を付し、適宜説明を省略する。

【0024】この図に示した画像表示装置用光源は、発光部21から発せられた光の特定方向の輝度を上昇させる輝度上昇部材32を有した偏光変換素子30を備えている。輝度上昇部材32は、発光部21と反射型偏光部材22との間に設けられるものである。より詳しくは、輝度上昇部材32は、発光部21と入/4板25との間に設けられている。この輝度上昇部材32は、例えば、フィルム状の部材で構成されている。輝度上昇部材32としては、例えば、住友スリーエム(株)製の輝度上昇フィルム(商品名:BEF)を使用することができる。

【0025】この図に示した画像表示装置用光源において、発光部21から発せられた光が、偏光変換素子30によって受ける偏光作用は図1の画像表示装置用光源と同様である。しかしながら、この図に示した画像表示装置用光源では、反射型偏光部材22の面22Aにおいて反射し、発光部21側に戻された反射光22Sは、輝度上昇部材32の面32で反射することにより、光の射出角度が狭まり指向性が強くなる。これにより、この画像表示装置用光源では、発光部21から発せられた光のうち、射出光23SとなるS偏光の割合を増大させることができると共に、例えば、中心部の輝度を上昇させることができる。このため、この光源から射出されるS偏光の光量は、反射型偏光部材22および輝度上昇部材32を設けない従来の光源と比較して輝度にして、例えば、中心部で約2.7倍程度上昇させることが可能である。なお、輝度上昇部材32の枚数は液晶表示装置に設けられた液晶パネルを高輝度で均一に照射可能であれば1枚でも特性の異なるものを複数枚重ねて設置してもよい。

【0026】図3および図4は、本実施の形態に係る画像表示装置用光源による輝度分布をその比較例と共に示す説明図である。これらの図において、縦軸は、輝度(cd/sqm)を示し、横軸は、光源の中心部からの観測角度を示している。また、これらの図において、図3は、垂直方向の輝度分布を示し、図4は、水平方向の

輝度分布を示している。なお、垂直方向とは、P偏光側の方向であり、水平方向とは、S偏光側の方向である。

【0027】これらの図から、図中実線で示した偏光変換素子が無い光源の輝度分布に比べて、偏光変換素子を用いた光源の輝度分布の方が高い輝度を有していることが分かる。特に、偏光変換素子として反射型偏光フィルムのみを用いた光源の輝度分布(図中「 Δ 」印付きの実線で示す。)は、偏光変換素子が無い光源に比べて、全体で約60%程度増大している。また、偏光変換素子として反射型偏光フィルムに加えて輝度上昇フィルムを用いた光源の輝度分布は、偏光変換素子が無い光源に比べて、中心部の輝度が最大で約2.7倍程度増大している。なお、図中、黒塗りの「 Δ 」印付きの実線で示した輝度分布は、輝度上昇フィルムとして、種類の異なる2つのフィルムX、Yを用いた光源に関するものであり、図中「 \circ 」印付きの実線で示した輝度分布は、輝度上昇フィルムとして、種類の異なる2つのフィルムZ、Yを用いた光源に関するものである。

【0028】次に、上述の画像表示装置用光源を使用した画像表示装置の構成例について説明する。

【0029】図5は、本発明の第1の実施の形態に係る画像表示装置の概略を示す構成図である。この図に示した画像表示装置は、1枚の反射型の液晶パネル60を用いた単板方式のヘッドマウントディスプレイとして構成されたものである。この画像表示装置は、液晶パネル60に照射する各色光を含んだ光を発する光源部50と、この光源部50から発せられた光を略平行光にして射出するレンズ54と、このレンズ54から射出された光の照度分布を均一化して射出するフライアイレンズ55およびフライアイレンズ56と、フライアイレンズ56を射出した光が液晶パネル60において適正な光学条件で照射されるように光を集光するコンデンサレンズ57およびコンデンサレンズ58とを備えている。光源部50、レンズ54、フライアイレンズ55、56およびコンデンサレンズ57、58は、光軸O1上に配置されている。

【0030】この画像表示装置は、更に、光軸O1に直交する光軸O2との交点付近に配置された立方体形状の偏光ビームスプリッタ59と、光軸O2上に配置された投射レンズ61、スクリーン62および接眼レンズ63とを備えている。

【0031】光源部50は、図1および図2に示した光源を本装置に適用したものであり、液晶パネルに照射される光を発する発光部としての発光ダイオード部51と、この発光ダイオード部51の直後(光の照射側)に設けられると共に、発光ダイオード部51から発せられた光のうち、少なくとも5割よりも多い光が液晶パネルで必要とされる所定の偏光光(例えば、S偏光)として射出されるよう光の偏光方向の変換を行う偏光変換素子52と、この偏光変換素子52の光の射出側に設けられ

ると共に、偏光変換素子52からの出射光の出射効率を高めるための集光レンズ53とを有している。発光ダイオード部51は、R、G、Bの各色の発光ダイオードがそれぞれ同一面上に複数個配置されたものである。R、G、Bの各色の発光ダイオードは、それぞれ独立に輝度の調整が可能となっている。偏光変換素子52は、位相差板26を含むと共に、反射型偏光部材22および輝度上昇部材32の両方を用いた構成(図2)であってもよい、輝度上昇部材32を用いない構成(図1)であってもよい。なお、本実施の形態において、発光ダイオード部51から発せられるR、G、Bの各色光は、それぞれ、単一の波長の光ではなく、ある程度の波長分布を有する光を言う。

【0032】フライアイレンズ55およびフライアイレンズ56は、互いに共役な位置関係に対向配置され、テレセントリック光学系を構成している。これらのフライアイレンズ55、56は、光源部50から発生した軸外光が光軸O1となす角の角度分布を一様にする。コンデンサレンズ57およびコンデンサレンズ58も、互いに共役な位置関係に対向配置され、テレセントリック光学系を構成している。

【0033】偏光ビームスプリッタ59は、コンデンサレンズ58からの出射光が入射する面59Aと、液晶パネル60において反射されると共に、画像信号に応じて変調された各色光が入射する面59Bとを有している。偏光ビームスプリッタ59は、また、光軸O1に対してほぼ45度の角度をなす偏光分離面59Cを有している。この偏光分離面59Cは、例えば、コンデンサレンズ58から出射され、面59A側に入射した光束のうちのS偏光成分のみを、反射光59Sとして光軸O1とほぼ直交する直角方向(光軸O2とほぼ平行な方向)に反射して面59Bから出射すると共に、P偏光成分を透過光59Pとしてそのまま透過させるようになっている。偏光分離面59Cは、また、面59B側に入射した液晶パネル60からの反射光のうちのP偏光成分のみを、透過光60Pとして面59Dから出射させるようになっている。この偏光ビームスプリッタ59の面59Dから出射した透過光60Pは、投射レンズ61によって、スクリーン62上に投射され、画像が形成される。スクリーン62上に投射された画像は、接眼レンズ63を介して使用者の眼64において観測可能となっている。

【0034】なお、P偏光成分とは、偏光ビームスプリッタ59の偏光分離面59Cに入射する光の電気ベクトルの振動方向が入射面(偏光分離面59Cの法線と波面法線(光の進行方向)とを含む面)内に含まれる直線偏光をいい、S偏光成分とは、偏光ビームスプリッタ59の偏光分離面59Cに入射する光の電気ベクトルの振動方向が入射面と直交する直線偏光をいう。

【0035】液晶パネル60は、光の透過率を制御可能な各色用の多数の画素を有している。この液晶パネル6

0としては、例えば、ガラス基板上やシリコン基板上に駆動電極または駆動用アクティブ素子を設けて、TN(Twisted Nematic;ツイストネマティック)モードの液晶、強誘電性液晶または高分子分散型液晶等を駆動する反射型液晶表示素子を使用することができる。また、液晶パネル60として、光電導膜を介して光を照射することで液晶の電圧を印加する反射型液晶表示素子を使用してもよい。更に、液晶パネル60として、電界によって形状や状態が変化する構造を設けたグレーティングライトバルブ等の反射型表示素子を用いてもよい。

【0036】図6は、図5に示した画像表示装置の回路構成を示すブロック図である。本実施の形態に係る画像表示装置は、映像信号VSを入力し、それぞれR色画像、G色画像、B色画像に対応するR用画像信号、G用画像信号、B用画像信号を生成し、これらを順次切り換えて出力する映像信号処理回路13と、この映像信号処理回路13によって生成されたR用画像信号、G用画像信号、B用画像信号を一時的に記録するための画像メモリ14と、映像信号処理回路13および画像メモリ14に接続され、液晶パネル60を駆動する液晶パネル駆動回路15とを備えている。

【0037】画像表示装置は、更に、それぞれ発光ダイオード部51の赤色発光ダイオード51R、緑色発光ダイオード51G、青色発光ダイオード51B(図では発光ダイオードをLEDと記す。)を駆動する赤色発光ダイオード駆動回路12R、緑色発光ダイオード駆動回路12G、青色発光ダイオード駆動回路12Bと、映像信号処理回路13、液晶パネル駆動回路15および各発光ダイオード駆動回路12R、12G、12Bを制御するコントローラ11とを備えている。コントローラ11は、例えばマイクロコンピュータによって構成される。

【0038】各発光ダイオード駆動回路12R、12G、12Bには、図示しないが、可変抵抗によって各発光ダイオード51R、51G、51Bに対する印加電圧を変える等により、各発光ダイオード51R、51G、51Bより出射される光の輝度を独立に調節可能とする手段が設けられている。

【0039】次に、上記のような構成の画像表示装置の作用について説明する。

【0040】光源部50の発光ダイオード部51から出射された各色光は、位相差板26を含む偏光変換素子20による偏光変換作用を受けて、例えばS偏光の割合が増大させられ、例えば全光量の7割程度がS偏光となる。このS偏光は、偏光変換素子20の直後の集光レンズ53によって効率よく前方に出射される。光源部50からの出射光は、レンズ54を透過することにより、略平行光にして出射され、フライアイレンズ55に入射する。フライアイレンズ55に入射した光は、フライアイレンズ55、56によって照度分布が均一化され、フライアイレンズ56から出射する。フライアイレンズ56

からの出射光は、コンデンサレンズ57、58を経て、面59Aから偏光ビームスプリッタ59に入射し、偏光分離面59Cにおいて、P偏光とS偏光に分離される。ここで、P偏光は、透過光59Pとなって偏光ビームスプリッタ59をそのまま透過する。S偏光は、偏光分離面59Cにおいて反射されて反射光59Sとなり、面59Bから出射する。

【0041】面59Bから出射した反射光59Sは、液晶パネル60に入射し、印加された画像信号に応じて光変調を受けると共に、元の光路側に反射され、面59Bから偏光ビームスプリッタ59に入射する。偏光ビームスプリッタ59に入射した光は、偏光分離面59Cの作用により、P偏光成分のみが、透過光60Pとして面59Dから出射する。この偏光ビームスプリッタ59の面59Dから出射した透過光60Pは、投射レンズ61によって、スクリーン62上に投射され、画像が形成される。スクリーン62上に投射された画像は、接眼レンズ63を介して使用者の眼64において観測される。

【0042】次に、画像表示装置の回路系の動作について説明する。図6に示したように、映像信号VSは、映像信号処理回路13に入力され、この映像信号処理回路13によって、R用画像信号、G用画像信号、B用画像信号が生成され、画像メモリ14に一旦記録される。液晶パネル駆動回路15は、一定の周期で、画像メモリ14より各色用の画像信号を読み出し、この画像信号に基づいて、液晶パネル60を駆動する。一方、各発光ダイオード駆動回路12R、12G、12Bは、コントローラ11からの制御信号に基づいて、各発光ダイオード51R、51G、51Bが適切に点灯するように、各発光ダイオード51R、51G、51Bを駆動する。

【0043】以上説明したように、本実施の形態によれば、液晶パネル60に照射される光を供給する光源に、発光部から発せられた光の多くを所定の方向に偏光（例えば、S偏光）して出射するよう光の偏光方向の変換を行う偏光変換素子を設けるようにしたので、光源の大出力化や装置の大型化を招くことなく、液晶パネル60への照射光量を向上させることができる。このとき、例えば、発光部から発せられた光の全光量のうち、7割程度をS偏光に変換することが可能であり、液晶パネル60への照射光量を60%以上向上させることができる。これにより、スクリーン62上での画像の輝度およびコントラストが向上し、明るくコントラストの高い画像表示を行うことが可能となる。

【0044】[第2の実施の形態] 次に、本発明の第2の実施の形態について説明する。本実施の形態では、図1および図2に示した画像表示装置用光源を使用した画像表示装置の他の構成例について説明する。

【0045】図7は、本実施の形態に係る画像表示装置の概略を示す構成図である。この図に示した画像表示装置は、1枚の反射型の液晶パネル75を用いた単板方式

の反射型液晶プロジェクトとして構成されたものである。この画像表示装置は、液晶パネル75に照射する各色光を発する3つの光源部100R、100G、100Bと、各光源部100R、100G、100Bから発せられた各色光を合成するダイクロイックプリズム69と、ダイクロイックプリズム69から出射された光の照度分布を均一化して出射するフライアイレンズ70およびフライアイレンズ71と、フライアイレンズ71を出射した光が液晶パネル75において適正な光学条件で照射されるように光を集光するコンデンサレンズ72およびコンデンサレンズ73とを備えている。各光源部100R、100G、100Bと、ダイクロイックプリズム69との間には、それぞれ各光源部100R、100G、100Bから発せられた光を略平行光にして出射するレンズ68R、68G、68Bが設けられている。ダイクロイックプリズム69、フライアイレンズ70、71およびコンデンサレンズ72、73は、光軸O1A上に配置されている。

【0046】この画像表示装置は、更に、光軸O1Aに直交する光軸O2Aとの交点付近に配置された偏光ビームスプリッタ74と、光軸O2A上に配置された投射レンズ76およびスクリーン77とを備えている。なお、本実施の形態に係る画像表示装置における光学系は、光学系の横倍率と角倍率との関係を示すラグランジュヘルムホルツの法則に従った構成となっており、各光源部100R、100G、100Bから発せられた各色光を液晶パネル75に高効率で照射可能となっている。

【0047】ダイクロイックプリズム69は、立方体形状となっている。緑用光源部100Gは、ダイクロイックプリズム69の一つの面69Gに対向するように配設されている。赤用光源部100Rは、ダイクロイックプリズム69における面69Gと直交する他の面69Rに対向するように配設されている。青用光源部100Bは、ダイクロイックプリズム69における面69Rと平行な他の面69Bに対向するように配設されている。各光源部100R、100G、100Bから発せられた各色光は、ダイクロイックプリズム69によって合成され、面69Gに平行な他の面69Aから出射される。

【0048】各光源部100R、100G、100Bは、図1および図2に示した光源を本装置に適用したものであり、それぞれ液晶パネル75に照射されるR、G、B色光を発する発光部としての赤色発光ダイオード65R、緑色発光ダイオード65G、青色発光ダイオード65Bと、各発光ダイオード65R、65G、65Bの直後（光の照射側）に設けられると共に、各発光ダイオード65R、65G、65Bから発せられた光のうち、少なくとも5割よりも多い光が液晶パネル75で必要とされる所定の偏光光（例えば、S偏光）として出射されるよう光の偏光方向の変換を行う偏光変換素子66R、66G、66Bと、各偏光変換素子66R、66

G、66Bの光の出射側に設けられると共に、各偏光変換素子66R、66G、66Bからの出射光の出射効率を高めるための集光レンズ67R、67G、67Bとを有している。各発光ダイオード65R、65G、65Bは、それぞれ各色の発光ダイオードを同一面上に複数個配置している。各発光ダイオード65R、65G、65Bは、それぞれ独立に輝度の調整が可能となっている。

偏光変換素子66R、66G、66Bは、位相差板26を含むと共に、反射型偏光部材22および輝度上昇部材32の両方を用いた構成(図2)であってもよいし、輝度上昇部材32を用いない構成(図1)であってもよい。

【0049】フライアイレンズ70およびフライアイレンズ71は、互いに共役な位置関係に対向配置され、テレセントリック光学系を構成している。また、コンデンサレンズ72およびコンデンサレンズ73も、互いに共役な位置関係に対向配置され、テレセントリック光学系を構成している。

【0050】偏光ビームスプリッタ74は、コンデンサレンズ73からの出射光が入射する面74Aと、液晶パネル75において反射されると共に、画像信号に応じて変調された各色光が入射する面74Bとを有している。偏光ビームスプリッタ74は、また、光軸O1Aに対してほぼ45度の角度をなす偏光分離面74Cを有している。この偏光分離面74Cは、例えば、コンデンサレンズ73から出射され、面74A側に入射した光束のうちのS偏光成分のみを、反射光74Sとして光軸O1Aとほぼ直交する直角方向(光軸O2Aとほぼ平行な方向)に反射して面74Bから出射すると共に、P偏光成分を透過光74Pとしてそのまま透過させるようになっている。偏光分離面74Cは、また、面74B側に入射した液晶パネル75からの反射光のうちのP偏光成分のみを、透過光75Pとして面74Dから出射させるようになっている。この偏光ビームスプリッタ74の面74Dから出射した透過光75Pは、投射レンズ76によって、スクリーン77上に投射され、画像が形成される。

【0051】液晶パネル75の構成は、図5に示した液晶パネル60と同様である。また、本実施の形態における画像表示装置の回路の主要部は、図6に示した回路構成と同様である。

【0052】次に、上記のような構成の画像表示装置の作用について説明する。

【0053】各光源部100R、100G、100Bの各発光ダイオード65R、65G、65Bから出射された各色光は、各偏光変換素子66R、66G、66Bによる偏光変換作用を受けて、例えばS偏光の割合が増大させられ、例えば全光量の7割程度がS偏光となる。このS偏光は、各偏光変換素子66R、66G、66Bの直後の集光レンズ67R、67G、67Bによって効率よく前方に出射される。各光源部100R、100G、

100Bからの出射光は、それぞれ68R、68G、68Bを透過することにより、略平行光にして出射され、ダイクロイックプリズム69に入射する。

ダイクロイックプリズム69に入射した各色光は、ダイクロイックプリズム69の作用により合成されて面69Aから出射し、フライアイレンズ70に入射する。

フライアイレンズ70に入射した光は、フライアイレンズ70、71によって照度分布が均一化され、フライアイレンズ71から出射する。フライアイレンズ71からの出射光は、コンデンサレンズ72、73を経て、面74Aから偏光ビームスプリッタ74に入射し、偏光分離面74Cにおいて、P偏光とS偏光に分離される。ここで、P偏光は、透過光74Pとなって偏光ビームスプリッタ74をそのまま透過する。S偏光は、偏光分離面74Cにおいて反射されて反射光74Sとなり、面74Bから出射する。

【0054】面74Bから出射した反射光74Sは、液晶パネル75に入射し、印加された画像信号に応じて光変調を受けると共に、元の光路側に反射され、面74Bから偏光ビームスプリッタ74に入射する。偏光ビームスプリッタ74に入射した光は、偏光分離面74Cの作用により、P偏光成分のみが、透過光75Pとして面74Dから出射する。この偏光ビームスプリッタ74の面74Dから出射した透過光75Pは、投射レンズ76によって、スクリーン77上に投射され、画像が形成される。

【0055】以上説明したように、本実施の形態によれば、液晶パネル75に照射される光を供給する光源に、発光部から発せられた光の多くを所定の方向に偏光(例えば、S偏光)して出射するよう光の偏光方向の変換を行う偏光変換素子を設けるようにしたので、光源の大力化や装置の大型化を招くことなく、液晶パネル75への照射光量を向上させることができる。これにより、スクリーン77上での画像の輝度およびコントラストが向上し、明るくコントラストの高い画像表示を行うことが可能となる。

【0056】なお、本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、上記第1の実施の形態と同様である。

【0057】[第3の実施の形態]次に、本発明の第3の実施の形態について説明する。本実施の形態では、図1および図2に示した画像表示装置用光源を使用した画像表示装置の更に他の構成例について説明する。

【0058】図8は、本実施の形態に係る画像表示装置の概略を示す構成図である。この図に示した画像表示装置は、3枚の反射型の液晶パネル89R、89G、89Bを用いた3板方式の反射型液晶プロジェクタとして構成されたものである。この画像表示装置は、R色用の液晶パネル89R、G色用の液晶パネル89GおよびB色用の液晶パネル89Bの各々に照射する各色光を含んだ白色光を発する発光部としてのランプ80と、ランプ8

0から発せられた光のうち、少なくとも5割よりも多い光が各液晶パネル89R、89G、89Bで必要とされる所定の偏光光（例えば、S偏光）として出射されるよう光の偏光方向の変換を行う偏光変換素子81とを有した光源部79を備えている。ランプ80は、例えば、ハロゲンランプ、メタルハライドランプおよびキセノンランプ等によって構成されるものである。このランプ80は、発光体80aと、回転対称な凹面鏡80bとを含んでいる。凹面鏡80bとしてはできるだけ集光効率のよい形状のものがよく、例えば回転楕円面鏡や回転放物面鏡等が用いられる。

【0059】この画像表示装置は、また、光源部79から出射された光を略平行光にして出射するレンズ82と、このレンズ82から出射された光の照度分布を均一化して出射するフライアイレンズ83およびフライアイレンズ84と、フライアイレンズ84を出射した光が各液晶パネル89R、89G、89Bにおいて適当な大きさに集光されるように光を集光する集光レンズ85および集光レンズ86とを備えている。光源部79、レンズ82、フライアイレンズ83、84および集光レンズ85、86は、光軸O1B上に配置されている。

【0060】この画像表示装置は、更に、光軸O1Bに直交する光軸O2Bとの交点付近に配置された偏光ビームスプリッタ87と、光軸O2B上に配置されたダイクロイックミラー88R、88B、投射レンズ91およびスクリーン92とを備えている。

【0061】光源部79は、図1および図2に示した光源を本装置に適用したものである。光源部79の偏光変換素子81は、位相差板26を含むと共に、反射型偏光部材22および輝度上昇部材32の両方を用いた構成（図2）であってもよいし、輝度上昇部材32を用いない構成（図1）であってもよい。なお、この光源部79では、偏光変換素子81の反射型偏光部材において反射した光は、ランプ80の凹面鏡80bで反射することにより、偏光変換素子81側に戻される。偏光変換素子81の作用については、図1および図2に示した偏光変換素子と同様である。

【0062】フライアイレンズ83およびフライアイレンズ84は、互いに共役な位置関係に対向配置され、テレセントリック光学系を構成している。また、コンデンサレンズ85およびコンデンサレンズ86も、互いに共役な位置関係に対向配置され、テレセントリック光学系を構成している。

【0063】偏光ビームスプリッタ87は、集光レンズ86からの出射光が入射する面87Aと、液晶パネル89R、89G、89Bのそれぞれにおいて反射されると共に、画像信号に応じて変調された各色の合成光90が入射する面87Bとを有している。偏光ビームスプリッタ87は、また、光軸O1Bに対してほぼ45度の角度をなす偏光分離面87Cを有している。この偏光分離面8

7Cは、例えば、集光レンズ86から出射され、面87A側に入射した光束のうちのS偏光成分のみを、反射光87Sとして光軸O1Bとほぼ直交する直角方向（光軸O2Bとほぼ平行な方向）に反射して面87Bから出射すると共に、P偏光成分を透過光87Pとしてそのまま透過させるようになっている。偏光分離面87Cは、また、面87B側に入射した合成光90のうちのP偏光成分のみを、透過光90Pとして面87Dから出射させるようになっている。この偏光ビームスプリッタ87の面87Dから出射した透過光90Pは、投射レンズ91によって、スクリーン92上に投射され、画像が形成される。

【0064】ダイクロイックミラー88Rは、偏光ビームスプリッタ87からの反射光87Sに含まれるR色光を選択的に反射して液晶パネル89Rに入射させると共に、液晶パネル89Rにおいて反射されたR色光を反射して偏光ビームスプリッタ87側に入射させるようになっている。ダイクロイックミラー88Bは、ダイクロイックミラー88Rを透過した光に含まれるB色光を選択的に反射して液晶パネル89Bに入射させると共に、液晶パネル89Bにおいて反射されたB色光を反射して偏光ビームスプリッタ87側に入射させるようになっている。ダイクロイックミラー88Bは、また、G色光を透過して液晶パネル89Gに入射させると共に、液晶パネル89Gにおいて反射されたG色光を透過して偏光ビームスプリッタ87側に入射させるようになっている。

【0065】各液晶パネル89R、89G、89Bは、光の透過率を制御可能な多数の画素を有している。液晶パネル89R、89G、89Bとしては、例えば、ガラス基板上やシリコン基板上に駆動電極または駆動用アクティブ素子を設けて、TNモードの液晶、強誘電性液晶または高分子分散型液晶等を駆動する反射型液晶表示素子を使用することができる。また、液晶パネル89R、89G、89Bとして、光電導膜を介して光を照射することで液晶の電圧を印加する反射型液晶表示素子を使用してもよい。更に、液晶パネル89R、89G、89Bとして、電界によって形状や状態が変化する構造を設けたグレーティングライトバルブ等の反射型表示素子を用いてもよい。

【0066】また、図示しないが、本実施の形態における画像表示装置は、信号処理回路として、映像信号を入力し、それぞれR色画像、G色画像、B色画像に対応するR用画像信号、G用画像信号、B用画像信号を生成する映像信号処理回路と、この映像信号処理回路によって生成されたR用画像信号、G用画像信号、B用画像信号を一時的に記録するための赤用画像メモリ、緑用画像メモリおよび青用画像メモリと、映像信号処理回路および赤用画像メモリに接続され、赤用の液晶パネル89Rを駆動する赤用液晶パネル駆動回路と、映像信号処理回路および緑用画像メモリに接続され、緑用の液晶パネル89Gを駆動する緑用液晶パネル駆動回路と、映像信号処

理回路および青用画像メモリに接続され、青用の液晶パネル89Bを駆動する青用液晶パネル駆動回路とを備えている。

【0067】次に、上記のような構成の画像表示装置の作用について説明する。

【0068】光源部79のランプ80から出射された白色光は、偏光変換素子81による偏光変換作用を受けて、例えばS偏光の割合が増大させられ、例えば全光量の7割程度がS偏光となる。光源部79からの出射光は、レンズ82を透過することにより、略平行光にして出射され、フライアイレンズ83に入射する。フライアイレンズ83に入射した光は、フライアイレンズ83、84によって照度分布が均一化され、フライアイレンズ84から出射する。フライアイレンズ84からの出射光は、集光レンズ85、86を経て、面87Aから偏光ビームスプリッタ87に入射し、偏光分離面87Cにおいて、P偏光とS偏光に分離される。ここで、P偏光は、透過光87Pとなって偏光ビームスプリッタ87をそのまま透過する。S偏光は、偏光分離面87Cにおいて反射されて反射光87Sとなり、面87Bから出射する。

【0069】面87Bから出射した反射光87Sは、ダイクロイックミラー88R、88Bによって、R、G、Bの各色光に分離される。分離された光のうち、R色光は、液晶パネル89Rに入射し、印加された画像信号に応じて光変調を受けると共に、元の光路側に反射される。同様に、分離された光のうち、G色光およびB色光は、それぞれ液晶パネル89Gおよび液晶パネル89Bに入射し、印加された画像信号に応じて光変調を受けると共に、それぞれ元の光路側に反射される。液晶パネル89R、89G、89Bのそれぞれにおいて反射されると共に、画像信号に応じて変調された各色光は、合成されて面87Bから偏光ビームスプリッタ87に入射する。偏光ビームスプリッタ87に入射した合成光90は、偏光分離面87Cの作用により、P偏光成分のみが、透過光90Pとして面87Dから出射する。この偏光ビームスプリッタ87の面87Dから出射した透過光90Pは、投射レンズ91によって、スクリーン92上に投射され、画像を形成する。

【0070】以上説明したように、本実施の形態によれば、各液晶パネル89R、89G、89Bに照射される光を供給する光源に、発光部から発せられた光の多くを所定方向に偏光（例えば、S偏光）して出射するよう光の偏光方向の変換を行う偏光変換素子を設けるようにしたので、光源の大出力化や装置の大型化を招くことなく、各液晶パネル89R、89G、89Bへの照射光量を向上させることができる。このとき、例えば、発光部から発せられた光の全光量のうち、7割程度をS偏光に変換することが可能であり、各液晶パネル89R、89G、89Bへの照射光量を60%以上向上させることができる。これにより、スクリーン92上での画像の輝度

およびコントラストが向上し、明るくコントラストの高い画像表示を行うことが可能となる。

【0071】なお、本発明は、上記各実施の形態に限定されず種々の変形実施が可能である。例えば、上記各実施の形態における偏光ビームスプリッタは、偏光分離面への入射角度がブリュースター角となる菱形キューブ形状のものでもよいし、薄型化されたフィルム状のものでも構わない。また、上記各実施の形態において、光路中にミラー等を配設し、光学系を適宜折り曲げて装置を小型化するようにしてもよい。更に、上記各実施の形態において、光源部からの光の照度を均一化する手段としてフライアイレンズではなくロット型インテグレートやバンドルされたファイバ等を用いてもよい。

【0072】また、例えば、図5に示したヘッドマウントディスプレイとして構成された画像表示装置を、投射レンズ61の後に配置されたスクリーン62を用いることなく、空間中に像を形成するようにした空間像型の装置として構成するようにしてもよい。

【0073】また、図7に示した画像表示装置において、例えば、各光源部100R、100G、100Bからの色光を合成する手段としては、ダイクロイックプリズム69に限らず、特定の波長成分の光を透過または反射させるダイクロイックミラーやカラーフィルタ等を用いてもよい。更に、図7に示した画像表示装置において、各光源部100R、100G、100Bの配置位置は、図示した形態に限らず、色光の合成手段により各色光が適切に合成され、且つ、液晶パネルに対してラグランジュヘルムホルツの法則が保たれるような位置であれば、他の形態であってもよい。また更に、各光源部100R、100G、100Bにおける発光手段は発光ダイオードに限らず、R、G、B3色のレーザを用いてもよい。

【0074】更に、図8に示した画像表示装置において、例えば、白色光を各色光に分離するための手段は、ダイクロイックミラー88R、88Bに限らず、カラーフィルタやダイクロイックプリズム等を用いてもよい。

【0075】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1ないし7のいずれか1に記載の画像表示装置用光源または請求項8記載の画像表示装置によれば、光変調手段に照射される光を発する発光手段の直後に、発光手段から発せられた光のうち、少なくとも5割よりも多い光を所定方向に偏光して出射するよう光の偏光方向の変換を行う偏光変換手段を設けるようにしたので、大出力化や大型化を招くことなく、光変調手段への照射光量を向上させ、明るくコントラストの高い画像表示を行うことが可能となるという効果を奏する。

【0076】特に、請求項4記載の画像表示装置用光源によれば、請求項2記載の画像表示装置用光源において、反射型偏光部材と発光手段との間に、入射した光に

対して位相差を生じさせる位相差板を設けるようにしたので、発光手段から発せられた光の偏光方向の変換をより効率的に行うことができるという効果を奏する。

【0077】特に、請求項5記載の画像表示装置用光源によれば、請求項1記載の画像表示装置用光源において、偏光変換手段の光出射側に、偏光変換手段からの出射光の出射効率を高めるための集光レンズを設けるようにしたので、光変調手段へ照射する光の出射効率を高めることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る画像表示装置用光源の一例を示す構成図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態に係る画像表示装置用光源の他の例を示す構成図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態に係る画像表示装置用光源による垂直方向の輝度分布をその比較例と共に示す説明図である。

【図4】本発明の第1の実施の形態に係る画像表示装置

用光源による水平方向の輝度分布をその比較例と共に示す説明図である。

【図5】本発明の第1の実施の形態に係る画像表示装置の概略を示す構成図である。

【図6】本発明の第1の実施の形態に係る画像表示装置の回路構成を示すブロック図である。

【図7】本発明の第2の実施の形態に係る画像表示装置の概略を示す構成図である。

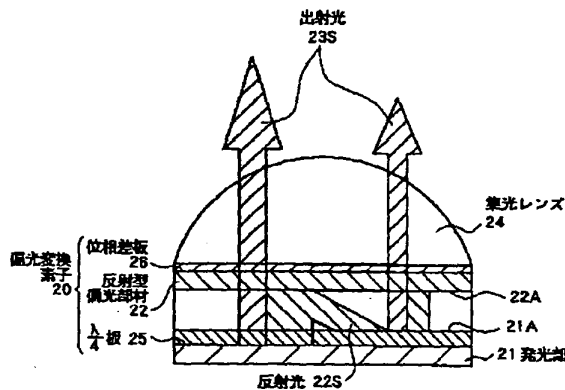
【図8】本発明の第3の実施の形態に係る画像表示装置の概略を示す構成図である。

【図9】従来の画像表示装置の一例を示す構成図である。

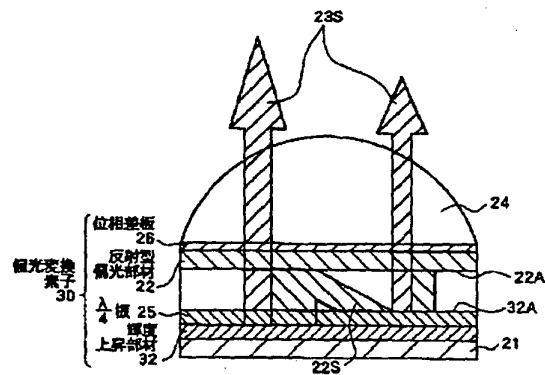
【符号の説明】

20…偏光変換素子、21…発光部、22…反射型偏光部材、24…集光レンズ、25… $\lambda/4$ 板、32…輝度上昇部材、50、79、100R、100G、100B…光源部、60、75、109R、109G、109B…液晶パネル。

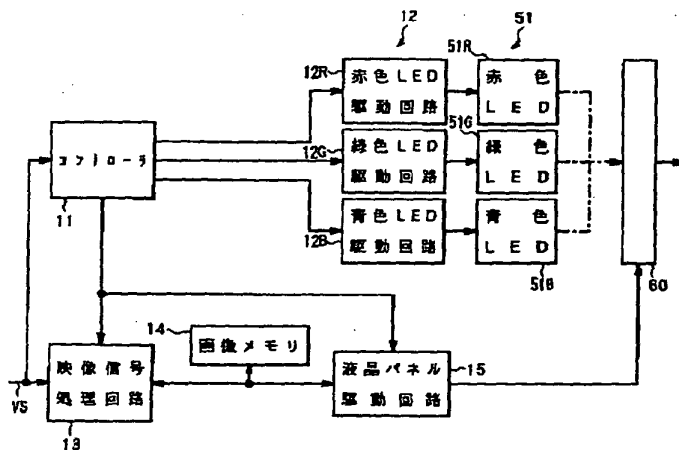
【図1】



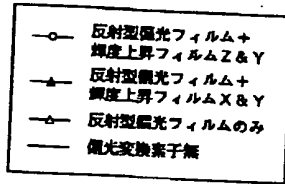
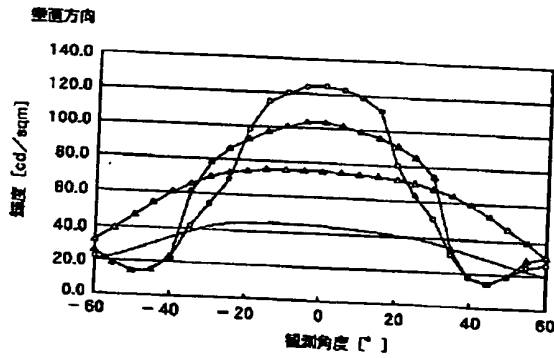
【図2】



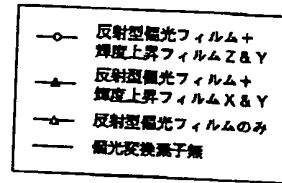
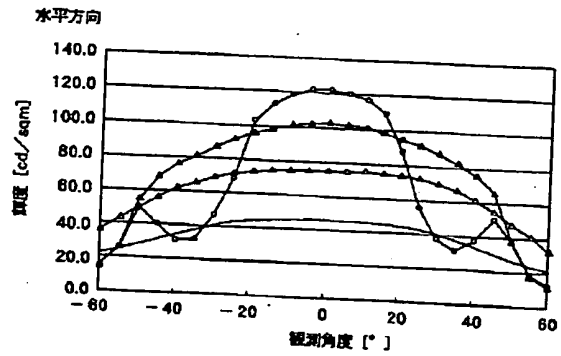
【図6】



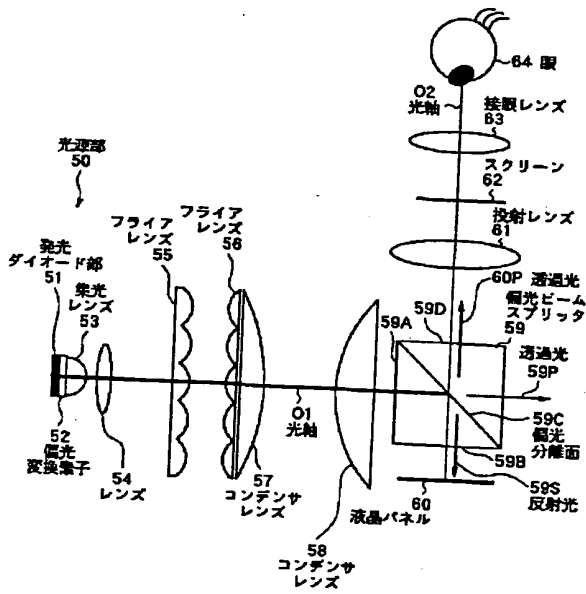
【図3】



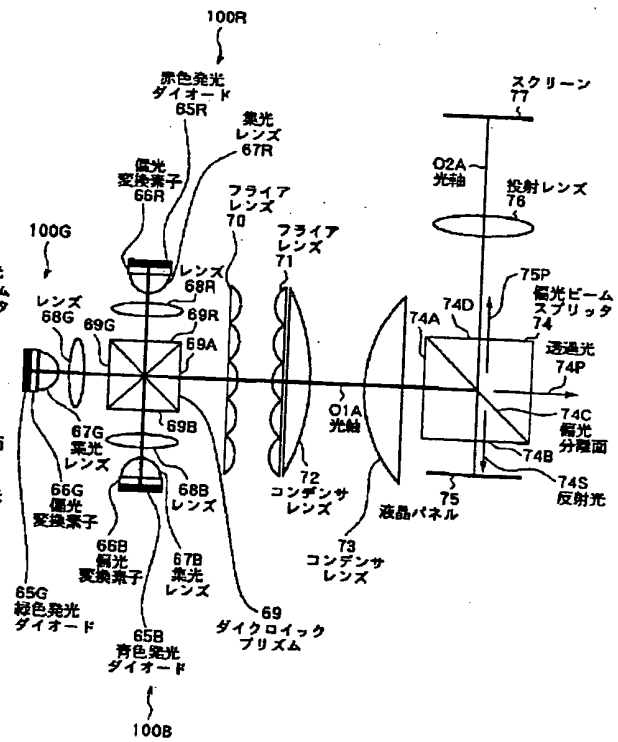
【図4】



【図5】



【図7】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H088 EA10 EA14 EA15 EA16 HA13
HA17 HA18 HA20 HA24 HA25
HA28 JA05 JA17 MA02 MA06
2H091 FA08Z FA10Z FA11Z FA26Z
FA29Z FA41Z FA45Z FA50Z
LA16 LA17 MA02 MA07
2H099 AA12 BA09 CA01 CA07 CA11
DA09
5G435 BB12 CC01 CC12 DD06 DD07
DD13 EE22 FF05 FF15 GG02
GG04 GG23 GG26 GG27 GG28

[0020]

The polarization-changing element 20 has: a reflective polarization member 22 that reflects rays, other than a particular polarization light (for example P-polarization), emitted by the light-emitting unit 21; a quarter wave plate (referred to as " $\lambda/4$ plate" below) 25 that is provided between the reflective polarization member 22 and the light-emitting unit 21 and creates a quarter wavelength phase difference in the light that enters it; and a retarder plate 26 that rotates by 90° the polarization plane of the light with particular polarization that exits the reflective polarization member 22, so as to output light with the prescribed polarization. The reflective polarization member 22 and the $\lambda/4$ plate can, for example, be configured in film form.

[0021]

There follows a description of the action of the image display device light source of the present embodiment, with principal emphasis on the polarization change action performed by the polarization-changing element 20. The light-emitting unit 21 emits light to be shone into the LC panel, but this light has random polarization. This light emitted by the light-emitting unit 21 passes through the $\lambda/4$ plate 25 and arrives at the reflective polarization member 22. Of these arriving rays, only those with a particular polarization, for example P-polarization, pass through the reflective polarization member 22. Such rays proceed to the retarder plate 26, which rotates their polarization plane through 90° , and then to the focusing lens 24, from which they emerge as outgoing light 23S. At the same time, those of the rays arriving at the reflective polarization member 22 that are other than P-polarized are reflected from surface 22A on the light-emitting unit 21 side of the reflective polarization member 22, and are returned toward the light-emitting unit 21 as reflected light 22S.

[0022]

The reflected light 22S returning towards the light-emitting unit 21 passes through the $\lambda/4$ plate 25 and is reflected on the surface 21A on the emission side of the light-emitting unit 21, becoming randomly polarized once again. Then it passes again

through the $\lambda/4$ plate 25 and once more arrives at the reflective polarization member 22. This reflected light 22S arriving at the reflective polarization member 22 has had phase difference created in it by passing through the $\lambda/4$ plate 25, and as a result contains large quantities of P-polarized components. Only those rays among the arriving reflected light 22S that are P-polarized pass through the reflective polarization member 22; the rays that are other than P-polarized are reflected. After passing through the reflective polarization member 22, the P-polarized light has its polarization plane rotated through 90° by the retarder plate 26, emerging as S-polarized outgoing light 23S. Such repeated action of the polarization-changing element 20 has the effect of increasing the proportion of S-polarized light, which will constitute the outgoing light 23S, in the light emitted by the light-emitting unit 21. This increased amount of S-polarized light makes possible an increase of, for example, around 60% overall in the luminance of the light source compared to conventional light sources that are not equipped with a reflective polarization member 22. Note that in the foregoing description the light that passes through the reflective polarization member 22 is P-polarized, but it could be S-polarized light.

[0031]

None of the colors red, green and blue emitted from the light-emitting diode unit 51 is composed of light of a single wavelength; rather, each possesses a certain range of wavelengths.

[0042]

As shown in Fig. 6, the visual signal VS is input to visual signal processing circuits 13; these visual signal processing circuits 13 generate red image signals, green image signals and blue image signals which are temporarily recorded in an image memory 14. LC panel drive circuits 15 read out the image signals for each color from the image memory 14 at fixed intervals and drive the LC panel 60 according to those signals. On the other hand, light-emitting diode drive circuits 12R, 12G and 12B drive the respective light-emitting diodes 51R, 51G and 51B to light the light-emitting diodes 51R, 51G and 51B appropriately according to control signals from a controller 11.

[0045]

Fig. 7 is a structural schematic of the image display device of the present embodiment. The image display device shown in this figure is configured as a single-panel reflective LCD projector using a single reflective LC panel 75. This image display device is equipped with: three light source units 100R, 100G and 100B that respectively emit red, green and blue light to be shone into the LC panel 75; dichroic prisms 69 that synthesize the light of colors emitted respectively from the light source units 100R, 100G and 100B; fly-eye lenses 70 and 71 that homogenize the illumination intensity distribution of the light that emerges from the dichroic prisms 69; and condenser lenses 72 and 73 that condense the light that emerges from fly-eye lens 71 so that it is in suitable optical condition for entry into the LC panel 75.

[0048]

The light source units 100R, 100G and 100B are the light source, which applies the light source shown in Figs. 1 and 2 to the present device. Each has: a set of respectively red, green and blue light-emitting diodes 65R, 65G and 65B that serve as their light-emitting units and emit the red, green and blue light to be shone into the LC panel 75; polarization-changing elements 66R, 66G and 66B that are positioned immediately in front (on the emission side) of the light-emitting diodes 65R, 65G and 65B and that alter the polarization direction of the light emitted by the light-emitting diodes 65R, 65G and 65B so that at least 50% of the light exits with the prescribed polarization (for example S-polarization) needed for the LC panel 75; and focusing lenses 67R, 67G and 67B that are provided on the exit side of the polarization-changing elements 66R, 66G and 66B and serve the purpose of improving the output efficiency of the light that emerges from the polarization-changing elements 66R, 66G and 66B. Each set of light-emitting diodes 65R, 65G and 65B deploys a plurality of diodes for its particular color on an identical plane. The luminance of each set of light-emitting diodes 65R, 65G and 65B is independently adjustable.

[0050]

The polarization beam splitter 74 has a surface 74A through which enters light exiting condenser lens 73 and a surface 74B through which enters light of the each of the colors that has been reflected by the LC panel 75 and modulated according to the image signals. In addition the polarization beam splitter 74 has a polarization-splitting surface 74C that forms an angle of more or less 45 degrees with light axis 01A. In the

case of a beam that has exited condenser lens 73 and entered through surface 74A, the polarization-splitting surface 74C will reflect just the S-polarized components of the beam, in a perpendicular direction almost orthogonal with optical axis 01A (in a direction almost parallel with optical axis 02A), so that such components exit through surface 74B as reflected light 74S, while the P-polarized components will pass through the surface as they are and exit it as transmitted light 74P. In the case of light reflected from the LC panel 75 that enters through surface 74B, the polarization-splitting surface 74C will cause just the P-polarized components of the beam to exit through surface 74D as transmitted light 75P. This transmitted light 75P that exits through surface 74D of the polarization beam splitter 74 is projected by a projecting lens 76 onto the screen 77, where the image is formed from it.

[0051]

The configuration of LC panel 75 is the same as that of LC panel 60 shown in Fig. 5.

[0053]

The light of each of the colors that enters the dichroic prisms 69 is synthesized by the action of the dichroic prisms 69, exits through the surface 69A, and enters the fly-eye lens 70.

The light entering fly-eye lens 70 has its illumination intensity distribution homogenized by the fly-eye lenses 70 and 71, exiting through the fly-eye lens 71. The light exiting the fly-eye lens 71 passes through condenser lenses 72 and 73, then enters the polarization beam splitter 74 via surface 74A and is split into P-polarized and S-polarized light at the polarization-splitting surface 74C. The P-polarized light passes as it is through the polarization beam splitter 74, becoming transmitted light 74P. The S-polarized light is reflected by the polarization-splitting surface 74C, becoming reflected light 74S, which exits through surface 74B.

[0054]

The reflected light 74S that exits from surface 74B enters the LC panel 75, where it undergoes optical modulation according to the image signals that have been input, then is reflected back along its former path and reenters the polarization beam splitter

74 through surface 74B. By the action of the polarization splitting surface 74C, just the P-polarized components of this light that has entered the polarization beam splitter 74 are made to exit the splitter through surface 74D as transmitted light 75P. This transmitted light 75P that exits through surface 74D of the polarization beam splitter 74 is projected by the projecting lens 76 onto the screen 77, where the image is formed from it.

[0055]

As described in the foregoing, according to the present embodiment the light sources that supply the light to be shone into the LC panel are provided with a polarization-changing element that performs alteration of polarization direction such that most of the light emitted by the light-emitting units is given a prescribed polarization (for example S-polarization), thereby permitting the amount of light that is shone into the LC panel to be increased without the need for a large increase in the light source output or in the size of the device. Thanks to this, the luminance and contrast of the image on the screen 77 are improved, making possible displays of bright, high-contrast images.